第 41 卷 第 4 期
1998 年 11 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 41, No. 4
Nov., 1998

降水和灌溉对麦双尾蚜种群数量的影响

梁宏斌 张润志 张广学
(中国科学院动物研究所，北京 100080)

文勇林 王国平
(新疆塔城植物保护站，塔城 834700)

摘要 该文探讨了 1989～1996 年新疆塔城市麦双尾蚜 *Diuraphis noxia* Mordvilko 年度间种群数量和降水量的关系，利用降水模拟方法分析降水因素对麦双尾蚜种群数量的影响，并调查了田间不同灌溉水平的植株上麦双尾蚜的数量。结果显示：6 月下旬春麦田麦双尾蚜种群数量和当年 4 月份和 5 月份的降水总量存在明显负相关性 ($r=-0.92$)，与 5 月上旬和 6 月中旬降水总量存在明显负相关性 ($r=-0.78$)，并且与上年 7 月中下旬降水量存在明显正相关性 ($r=0.67$)，这些相关性表明 4～5 月份降水对麦双尾蚜种群增长不利，5～6 月上旬降水对麦双尾蚜从冬麦迁入春麦不利，7 月降水有利于麦双尾蚜种群增长，并依据 4～5 月降水量 (X) 和春麦田麦双尾蚜数量 (Y) 建立了回归方程 $Y=4.9-0.048X$。田间和实验室内模拟降水可以明显降低麦双尾蚜种群数量。田间相对干旱地段麦双尾蚜数量明显高于湿润地段，并且干旱地段麦双尾蚜被菜蚜茧蜂 *Diaeretiella rapae* M'Intosh 寄生的百分率相对较低。

关键词 麦双尾蚜，降水，种群数量

麦双尾蚜 *Diuraphis noxia* Mordvilko 是世界性麦类作物害虫，它主要分布在干旱、半干旱地区，如南非、北非、美国西部、西亚、中亚和中国新疆等。对麦双尾蚜为害和水分的关系已经有一些报道，如适宜的土壤水分状况可以增加作物对麦双尾蚜的抗性[1]，在田间干旱缺水条件下，麦双尾蚜为害加重，反过来麦双尾蚜为害能改变细胞对水的吸收和利用，加重作物受害程度[2]。但总体而言，对田间水分因素和麦双尾蚜为害程度的关系研究还很少，这直接影响到对麦双尾蚜的综合治理。田间水分来源分为降水和灌溉水两个方面，未见不同年份的降水和麦双尾蚜为害关系的报道。本文利用新疆塔城市 1989～1996 年 8 年内麦双尾蚜发生为害程度和降水量探讨两者的关系，1996 年利用模拟降水试验探讨其对麦双尾蚜种群数量的影响。由于灌溉是该地区作物种植的必要措施，也进行了田间不同灌溉水平植株上麦双尾蚜的种群数量调查。

1 研究方法

1.1 年度间麦双尾蚜危害程度和降水量的关系

根据春麦田 6 月下旬麦双尾蚜数量大小（经过对数转换）确定麦双尾蚜危害程度，并和当年 4～6 月或上年 7～8 月各旬降水量进行相关分析。

1996-12-23 收稿，1997-05-12 收修改稿

1.2 模拟降水对麦双尾蚜种群数量的影响

田间降水强度模拟试验参考金瑞华（1996）的方法[3]，田间小麦品种“新春-2 号”，选择小麦生长比较均匀的地段划分小区，每小区 0.5 m^2，以手提式喷雾器模拟降水，每次分 30 min、16 min 和 8 min 共 3 个处理 4 次重复，并设 4 个不喷水对照小区。每天固定时间连续处理 3 d 后（1996 年 7 月 7～10 日），每小区随机取 5 个分蘖株统计麦双尾蚜数量。实验室内用小花盆种植小麦，品种“新春-2 号”，每盆留 5 株健壮麦苗，2～3 叶期时接麦双尾蚜 6 头，繁殖 5 d 后记录每株麦双尾蚜数量，选择数量比较接近的麦苗进行模拟降水试验，分 30 min、16 min 和 8 min 共 3 个处理 3 次重复，试验一次，降水结束后 30 min 统计每株麦双尾蚜数量。

1.3 田间干旱和湿润地段麦双尾蚜数量差异

选择两块春麦田（样本 1 和样本 2），小麦品种“新春-2 号”，分别统计干旱和湿润地段植株的麦双尾蚜数量。干旱地段为田间地势较高的地方，呈点片状分布，湿润地段为相对低洼处，每次浇水都能有保证浇到的地方，每次每田取 8 点，干旱、湿润地段各 4 点，每点取 10 株，5 d 调查一次。

2 结果与分析

2.1 年度间降水量差异和麦双尾蚜发生为害程度的关系

从 1989 年到 1996 年的 8 年中，麦双尾蚜发生程度差别很大，1991 年塔城盆地麦双尾蚜大发生，春麦百分蘖株蚜量最高时万头以上，1992 年和 1993 年为害极轻，其余年份有不同程度的为害。从塔城市麦双尾蚜生活史来看，冬麦为主要越冬地点，4 月上旬越卵孵化出干母进行孤雌繁殖，5 月中旬开始产生有翅蚜并不断从冬麦田迁飞扩散到春麦田繁殖为害，春麦田麦双尾蚜在 6 月下旬或 7 月上旬达到数量高峰，为了便于不同年份比较，选取了 6 月下旬春麦田的百分蘖株麦双尾数量作为该年麦双尾蚜发生程度指标。

对 6 月下旬春麦田麦双尾蚜数量 Y 和 4～5 月降水量 X_1（表 1）进行相关分析，相关系数 $r=-0.92$，达到极显著相关水平（$|r|>r_{0.01}$），表明两者有明显的负相关性，所以 4～5 月降水不利于冬麦上麦双尾蚜繁殖，同时从 5 月中旬～6 月上旬是麦双尾蚜从冬麦田迁入春麦田的盛期，通过对这一时期的降水量 X_2 和麦双尾蚜数量 Y 再进行相关分析，两者也达到显著负相关程度（$r=-0.78$，$|r|>r_{0.05}$），前人研究已经证明降水对迁飞昆虫的起飞不利[4]，所以 5～6 月上旬的降水还直接影响麦双尾蚜的迁出数量，从而影响春麦田麦双尾蚜的起始数量和以后的危害程度。

如果把当年春麦田麦双尾蚜的发生程度（Y）和上年 7 月中下旬降水量（X_3）进行相关分析，发现两者相关系数也达到显著相关程度（$r=0.67$，$r>r_{0.05}$），表明上年 7 月下旬降水对麦双尾蚜数量有一定的促进作用，从麦双尾蚜生活史分析，7 月份冬麦相继成熟收割，麦双尾蚜不得不转移到春麦和杂草等寄主上生存，此时的降水可以促进杂草的生长，改善麦双尾蚜寄主的质量，更重要的是降水促使落入田间的麦粒发芽长成自生麦苗，为 8 月份春麦收割前麦双尾蚜转移提供更适宜的寄主，也就是说降水增加小麦收获后麦双尾蚜的残存数量，进而增加来年的麦双尾蚜数量。

由于6月下旬春麦田麦双尾蚜种群数量和4～5月降水量相关程度较大，依此建立回归方程：$Y=4.9-0.048X$，式中X为4～5月降水总量，Y为春麦田6月下旬麦双尾蚜数量对数值，经检验$P<0.01$，回归系数极显著。

2.2 模拟降水对麦双尾蚜种群数量的影响

降水的影响是多方面的，塔城春季的降水多属冷锋降水，4～5月降水往往伴随着明显的降温，低温直接降低麦双尾蚜繁殖速率，另外降水是否可以冲刷和杀灭春麦上已经定居的麦双尾蚜，还需进一步的试验。

对春麦田试验小区进行不同的降水时间试验，用手提式喷雾器模拟降水，平均7～8 min 消耗1公斤水，按气象规定的降水强度计算属于大到暴雨（每小时降水超过15 mm），对处理和对照的麦双尾蚜平均数量进行分析（SSR 法），处理后单株麦双尾蚜数量都比对照明显减少，其中30 min 处理比16 min 和8 min 处理有显著差别（表2）。田间降水试验似乎和7月中旬降水的相关分析不一致，这是由于7月降水虽然降低了田间麦双尾蚜数量，但同时促进自产苗和杂草寄主的生长，这些寄主在小麦收获后对麦双尾存活至关重要，后者的作用可能更大。

田间模拟降水明显降低了麦双尾蚜种群数量，但未排除天敌作用，也未考虑试验过程中麦双尾蚜转移扩散，所以降水的作用可能含非冲刷因素影响，实验室模拟降水可以排除天敌影响，降水试验后立即统计麦双尾蚜数量，避免转移扩散的影响。室内试验结果表明（表3）：降水可以降低小麦上麦双尾蚜数量，平均减少率在13%以上，各处理间也有一定差别（百分数经反正弦转换，SSR 检验）。

2.3 田间不同地段麦双尾蚜数量和天敌寄生率的差别

塔城市附近山峰海拔较低，进入6月份积雪大部分融化，农业用水逐渐减少，使利用山水灌溉的农户必须限时间放水浇田，水少地多，形成“跑马水”浇灌方式，加之田地高低不平，所以总有点片作物在水量不足时浇不到，刚浇过水后这种现象十分明显。在调查中发现这些干旱地块或地段麦双尾蚜为害相对较重，所以在抽样中应该分别抽样。对两块春麦田的统计结果进行检验（成组数据t检验）发现：干旱地段麦株上麦双尾蚜数量明显高于相对湿润的地段的麦双尾蚜数量（表4），这种差别在麦双尾蚜数量高峰期7月上旬表现更加突出。到小麦生长后期，差别不明显，甚至样本1湿润地段的麦双尾蚜数量反而较多，这是由于干旱地段的麦株干枯较早的缘故。

干旱地段和湿润地段的麦双尾蚜被天敌寄生率也有差别（表5，表6），通过对两地块不同地段的菜蚜茧蜂 *Diaeretiella rapae* M'Intosh 和白足蚜小蜂 *Aphelinus albipodus* Hayat *et* Fatima 寄生僵蚜调查结果发现，在麦双尾蚜数量高峰时（7月上旬左右），湿润地段的菜蚜茧蜂寄生率明显高于干旱地段（成组数据t检验），但在小麦生长后期，由于干旱地段麦双尾蚜活虫数量极小，干旱地段寄生率反而较高。两种地段白足蚜小蜂寄生率差别不明显，其寄生率也低。

表 1 塔城市 1989～1996 年麦双尾蚜数量和降水量

Table 1 The number of *Diuraphis noxia* and amount of rainfall in 1989～1996 in Tacheng

年份 Years	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
麦双尾蚜数量常用对数 Y Logarithmic value of aphid numbers	3.6	2.6	4.2	2.0	1.3	2.3	2.2	3.3
4～5 月降水量 X_1(mm) Rainfall in April and May	25.8	44.5	19.6	50.0	73.0	66.3	46.2	39.3
5 月～6 月上旬降水量 X_2(mm) Rainfall from May 1st to June 10th	10.6	32.0	16.8	34.3	89.3	22.2	29.2	11.0
上年 7 月中下旬降水量 X_3(mm) Rainfall from July 11st to July 31st	59.0	7.3	46.9	7.3	11.1	43.1	5.2	17.5

表 2 田间不同降水时间处理后单株麦双尾蚜平均数量 （1996 年 7 月 7～10 日，塔城）

Table 2 Average number of *Diuraphis noxia* per plant after different precipitation times in field (Tacheng)

降水时间(min) Precipitation time(min)	重复 1 replication 1	重复 2 replication 2	重复 3 replication 3	重复 4 replication 4	平均蚜量(头)* mean
0	80.2	68.8	80.4	70.8	75.1 a
8	72.8	60.8	61.4	59.2	63.6 b
16	60.8	50.0	49.8	56.6	54.3 c
32	49.4	56.6	57.2	49.6	53.2 c

* 英文字母相同者，表示差别不显著($P<0.05$)，表 3 同此；

Means in last column followed by same letter are not significantly different ($P<0.05$); same for Table 3

表 3 室内降水模拟试验对麦双尾蚜数量的影响 （1996 年 8 月 6 日，塔城）

Table 3 Impact of precipitation on the number of *Diurphia noxia* in laboralory (Tacheng, 1996)

处理时间(min) Precipitation time(min)	重复 Replication	试验前数量 initial number	试验后数量 final number	减少率(%) reducing rate(%)	平均减少率(%)* mean(%)
8	1	10	9	10	13.9 a
	2	13	11	15.4	
	3	13	11	15.4	
16	1	12	10	16.7	17.1 ab
	2	13	10	23.1	
	3	16	14	12.5	
30	1	10	8	20	25.0 b
	2	15	11	26.7	
	3	15	11	26.7	

表4 不同地段小麦株上麦双尾蚜数量(头/分蘖株)及差别显著性检验 (1996年,塔城)

Table 4 Nubmers of *Diuraphis noxia* per plant at arid and wet patches and difference test (Tacheng,1996)

日期 sampling date	样本1 sample 1						样本2 sample 2					
	7.1	7.6	7.11	7.16	7.21	7.26	6.29	7.4	7.9	7.14	7.19	7.24
干旱地段 arid patch	55.9	69.0	87.1	36.2	19.4	0.8	92.7	97.2	56.2	25.3	7.0	0
湿润地段 wet patch	26.0*	22.4*	54.6*	33.1	17.6	5.3*	27.5**	30.1**	24.2*	23.3	7.9	0.2

* 表示差别显著($\alpha=0.05$);** 表示差别极显著($\alpha=0.01$);

* number differs significantly at $\alpha=0.05$ level, and ** at $\alpha=0.01$ level

表5 干旱地段与湿润地段麦双尾蚜被菜蚜茧蜂寄生百分率(%)及差别显著性检验 (1996年,塔城)

Table 5 Parasitizing rate by *Diaeretiella rapae* at arid and wet patchs and difference test (Tacheng,1996)

调查日期 sampling date	样本1 sample 1					样本2 sample 2				
	7.1	7.6	7.11	7.16	7.21	6.29	7.4	7.9	7.14	7.19
干旱地段 arid patch	1.5	1.9	10.4	15.1	34.9	29.7	20.2	24.1	35.1	72.8
湿润地段 wet patch	4.6*	6.5*	13.0*	13.1	28.0	35.5*	32.0*	22.3	56.5*	47.4

* 表示湿润地段上寄生率显著高于干旱地段($\alpha=0.05$),表6同此;

* parasitizing rate at wet pathch is significantly higher than that at arid patch ($\alpha=0.05$);Same for Table 6

表6 干旱地段与湿润地段麦双尾蚜被白足蚜小蜂寄生百分率(%)及差别显著性检验 (1996年,塔城)

Table 6 Parasitizing rate by *Aphelinus albipodus* at arid and wet patches and difference test (Tacheng,1996)

调查日期 sampling data	样本1 sample 1					样本2 sample 2				
	7.1	7.6	7.11	7.16	7.21	6.29	7.4	7.9	7.14	7.19
干旱地段 arid patch	0.0	0.0	1.1	5.0	9.0	0.6	3.1	10.8	12.2	22.8
湿润地段 wet patch	0.0	0.0	0.7	8.1*	17.0*	1.8*	2.0	8.9	21.7	32.0*

3 讨论

本文利用不同年份的降水量和田间麦双尾蚜发生程度的资料分析了两者的关系,4～5月的降水量和麦双尾蚜发生程度具有极明显的负相关性,上年7月中下旬的降水量和麦双尾蚜发生程度具有明显的正相关性,这些明显的相关性对于麦双尾蚜的预测预报是有应用价值的,但这种关系并不一定是直接的,4～5月降水可能提高作物的抗虫能力[1],降水还可以增加田间的湿度可能不利于麦双尾蚜的生存和繁殖。7月中下旬的降水作用则明显不同,它的主要作用是延缓杂草寄主衰老并促使田间自生麦苗生长,这对麦双尾蚜存活有利,如果7月降水较多的年份清除自生麦苗对防治麦双尾蚜有积极意义。

"少收多收在于肥,有收无收在于水",水在新疆灌溉农业中起着至关重要的作用,怎样合理利用水资源,并且能够达到防虫治虫目的值得深入研究。麦双尾蚜是新疆塔城小

麦的主要害虫之一，模拟降水试验显示降水可以不同程度降低麦双尾蚜数量，特别是种群数量较大时效果更明显，如果在水量不足的地方改变灌溉方式，变根灌为喷灌，节水又可压低麦双尾蚜种群数量，是比较理想的。同样，喷灌方法也可以弥补因土地不平而灌溉不均的状况，减少干旱地段面积，防止麦双尾蚜严重危害。需要指出的是降水的作用在麦双尾蚜不同危害时期有所不同，本文仅做了其在春麦上繁殖期的试验，另外麦双尾蚜从冬麦到春麦的迁飞期及其在春麦的定居初期降水的作用如何还需做进一步的试验，以求掌握实施喷灌的最佳时间。

同一地块干旱和湿润两种地段的麦双尾蚜数量存在差别，这种差别在 7 月上旬麦双尾蚜数量达到高峰期而田间用水紧张时十分明显，干旱地段麦双尾蚜数量高并且主要寄生天敌菜蚜茧蜂寄生比例相对较低，这和 Campbell 等人的研究结果相似[5]。这样在耕作上可以考虑通过深耕土壤，增加蓄水能力以抵抗干旱，同时注意平整土地提高灌溉质量，在现有水资源状况下，调整冬、春小麦的比例以及小麦和其他作物的种植比例以充分利用不同季节的水资源。

参　考　文　献

1 Walters M C, Penn F, du Toit F. *et al.* The Russian wheat aphid. Farming S. Afr. Leafl. Ser. Wheat-Winter Rainfall-Wheat-Irrigation. G. 3. 1980. 1～6

2 Riedell W E. Effect of Russian wheat aphid infestation on barley plant response to drought. Physiol. Plant. 1989, 77: 587～592

3 金瑞华. 苹果蠹蛾分布与降雨关系研究初报. 植物检疫, 1996, 10 (3): 129～136

4 陈若篪. 迁飞昆虫学. 北京: 农业出版社, 1985. 245

5 Campbell R K. Reed J D, Burd J D *et al.* Tritrophic interactions of resistant and susceptible grains, Russian wheat aphid, a parasitoid and water stress. 1992, 12. In Proc. 19th Int. Congr. Entomol., 28 June～4 July, 1992 Beijing

INFESTATION LEVELS OF *DIURAPHIS NOXIA* MORDVILKO RESPONSE TO PRECIPITATION AND IRRIGATION

Liang Hongbin　Zhang Runzhi　Zhang Guangxue

(Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing　100080)

Wen Yonglin　Wang Guoping

(Tacheng Plant Protection Station, Tacheng　834700)

Abstract　The infestation levels of *Diuraphis noxia* Mordvilko were investigated in correlation to the amount of rainfall in 1989～1996 in Xinjiang Uygur Autonomous Region. The effects of simulated rainfall on aphid population were observed both in the field and in the lab. *D. noxia* was sampled from fields at different irrigation levels. The

results indicated that aphid infestation was negatively correlated to the amount of rainfall in April and May ($r=-0.92$), but positively correlated to the amount of rainfall in late July of previous years ($r=0.67$). The amount of rainfall (X) in April and May was regressed with aphid population (Y) as $Y=4.9-0.048X$. The aphid population was significantly suppressed by stimulated rainfall in field and in lab experiments. Drought-stressed plants were infested with more aphids than drought-free plants. The percentage of *D. noxia* parasitized by *Diaeretiella rapae* M'Intosh was greater on drought-free plants than that on drought-stressed plants.

Key words *Diuraphis noxia* Mordvilko, precipitation, population dynamic